6 DESCRIPCION DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE AGUA POTABLE 6-1

6.1	**DESCRIPCIÓN DE LA DEMANDA**	**6-4**
6.2	**FUENTES DE CAPTACIÓN**	**6-5**
6.3	**CONDUCCIÓN**	**6-8**
6.4	**POTABILIZACIÓN**	**6-9**
6.5	**PLANTAS DE BOMBEO**	**6-12**
6.6	**REGULACIÓN**	**6-16**
6.7	**RED DE DISTRIBUCIÓN**	**6-18**
6.8	**MEDICIÓN DE CAUDALES Y PRESIONES**	**6-20**
6.8.1	METODOLOGÍA EMPLEADA:	6-20
6.8.2	CAMPAÑA DE MEDICIÓN EN FUENTES.	6-23
6.8.3	CAMPAÑA DE MEDICIÓN EN DESCARGAS.	6-25
6.8.4	CAMPAÑA DE MEDICIÓN EN RED PRIMARIA.	6-26
6.8.5	CAMPAÑA DE MEDICIÓN EN RED SECUNDARIA.	6-28
6.8.6	MICROMEDICIÓN.	6-30
6.9	**PÉRDIDAS FÍSICAS Y COMERCIALES.**	**6-31**
6.10	**SISTEMAS EXISTENTES.**	**6-36**
6.11	**INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE.**	**6-37**
6.12	**CRITERIOS DE DISEÑO Y ESPECIFICACIONES.**	**6-37**
6.13	**CALIDAD DEL AGUA.**	**6-37**
6.14	**FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.**	**6-45**
6.15	**MANTENIMIENTO.**	**6-45**
6.16	**POBLACIÓN SIN SERVICIO Y USUARIOS CLANDESTINOS.**	**6-46**

6 DESCRIPCION DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE AGUA POTABLE

Antecedentes.

A solicitud de COCEF se incorporaron en el alcance del presente Plan Maestro las localidades vecinas a la ciudad de Magdalena, ya que son operadas por el mismo organismo.

Debido a que los sistemas de las localidades vecinas no tienen relación directa con respecto al sistema de Magdalena, la descripción que se realiza en este capítulo se refiere únicamente al de esta ciudad y el resto de las localidades se mencionan de manera independiente.

Esquema general.

La infraestructura de agua potable está construida principalmente en asbesto-cemento y la red de distribución de la zona centro tiene una antigüedad superior a los 50 años y se ha ampliando conforma ha crecido la ciudad. De acuerdo al OOMAPAS la cobertura de servicio actual es del 98%, para lo cual disponen de un sistema de abastecimiento basado en pozos, los cuales aportan de acuerdo a la campaña de medición, un total de 158.46 l/s mismos que se entregan tanto a tanques de almacenamiento como a la red de distribución directamente, aprovechando los equipos de bombeo.

El agua extraída del subsuelo previa a su incorporación a la red de distribución o a los tanques de almacenamiento se desinfecta mediante la aplicación de cloro de manera automática con clorificadores.

La capacidad de almacenamiento total disponible es de 2,000 m^3 distribuida en un total de 5 tanques, de los cuales 2 con una capacidad de 800 m^3 , no son aprovechados al encontrarse fuera de operación. Como parte de la red de distribución de agua potable se cuenta con la red primaria la que es abastecida desde los tanques y pozos. En el plano de la figura No. 6.1 se muestran los principales componentes del sistema de agua potable, mismo que se puede ver a detalle en el plano general presentado en el anexo de planos; en la figura No. 6.2 se muestra un esquema gráfico que ilustra como funciona el sistema principal.

Figura No. 6.1

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

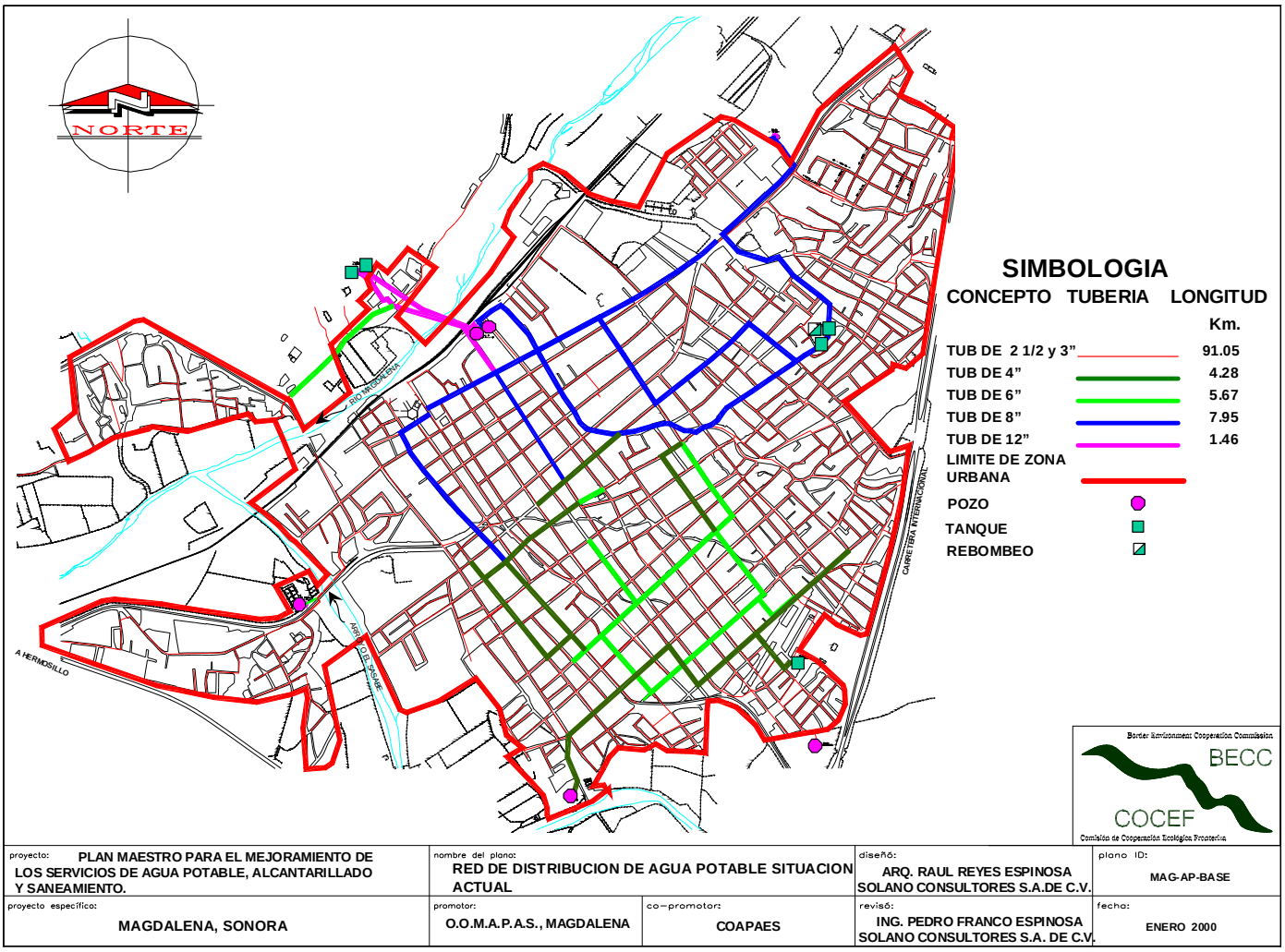
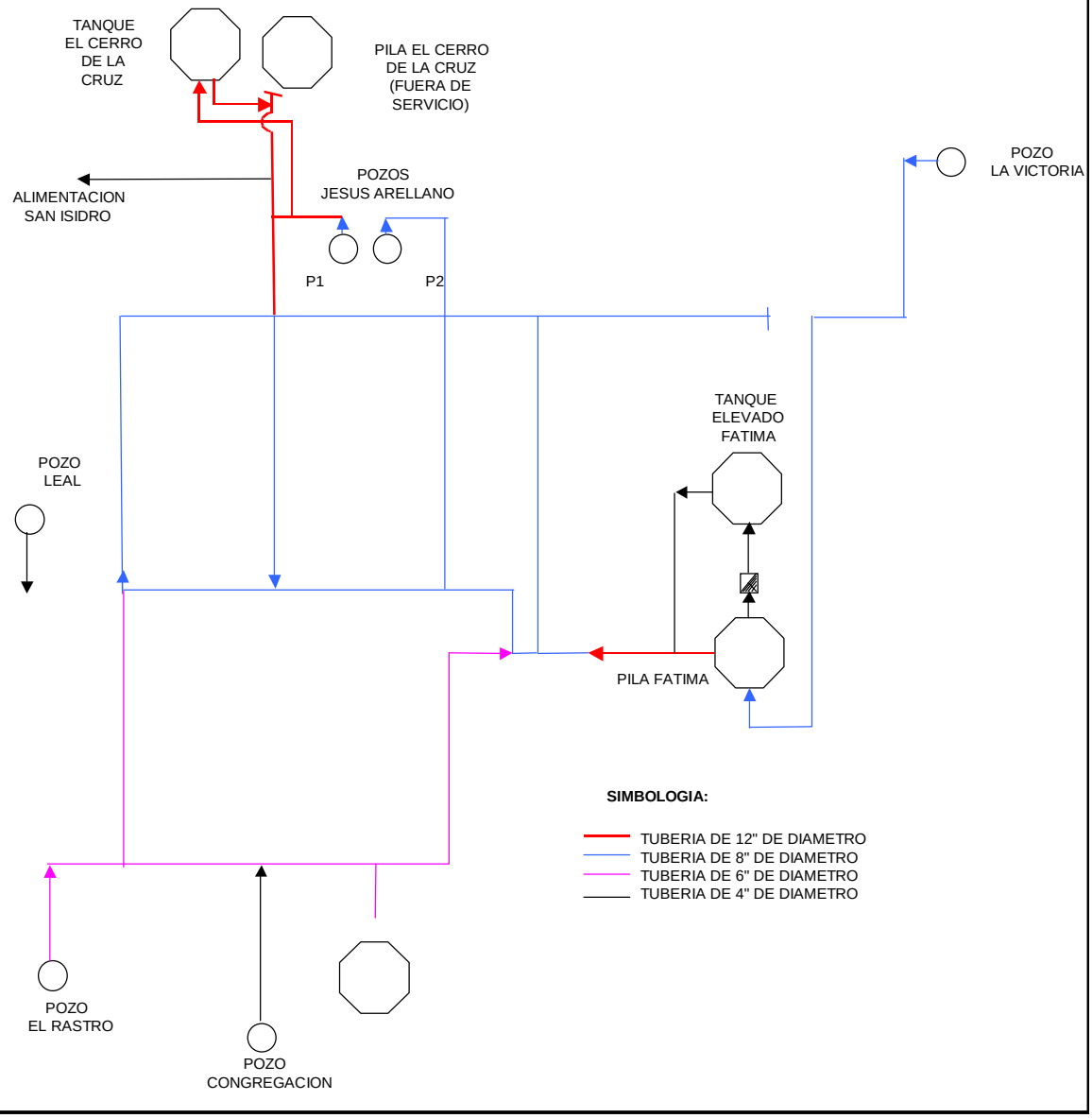


FIGURA 6.2

ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE MAGDALENA, SONORA



No se cuenta con estructuras especiales dentro de la red, como válvulas de control de presión ni de presurización, así como tampoco se dispone de medidores de gasto en ninguno de los componentes del sistema.

6.1 Descripción de la demanda

La cobertura que tiene el sistema de agua potable es alta, para lograrlo el Ayuntamiento realiza las ampliaciones respectivas en los sitios donde identifica que hace falta el servicio. La presión que se tiene en la red es la suficiente para evitar que los usuarios requieran de almacenamientos propios tales como tinacos o cisternas. Sin embargo sí se tienen problemas de baja presión en la red, a ciertas horas del día, en las zonas altas de la ciudad ubicadas al oriente.

En el padrón de usuarios del organismo se tienen contabilizados un total de 6,698 usuarios, de los cuales 6,324 son del tipo doméstico, 353 comerciales y 21 industriales. A su vez dentro de los usuarios domésticos se distinguen dos clases en función de su situación socioeconómica: residencial y popular.

Las tarifas de agua vigentes fueron autorizadas el 1 de enero de 2000 y son las anotadas en las tablas Nos. 6.1 y 6.2.

TABLA No. 6.1

TARIFAS VIGENTES PARA USO DOMÉSTICO

RANGO DE CONSUMO (m^3)	C U O T A		IMPORTE POR RANGO($)	
	TIPO	VALOR ($)	MINIMO	MAXIMO
0 Hasta 20	FIJA	44.74	44.74	44.74
21 Hasta 25	FIJA	54.70	54.70	54.70
26 Hasta 30	FIJA	58.73	64.60	64.60
31 Hasta 50	por m^3	3.03	93.93	151.50
51 Hasta 75	por m^3	3.19	162.69	239.25
76 Hasta 100	por m^3	3.48	264.48	348.00
101 Hasta 200	por m^3	3.91	394.91	782.00
201 En adelante	por m^3	4.25	854.25	--

FUENTE: O.O.M.A.P.A.S. DE MAGDALENA

TABLA No. 6.2

TARIFAS VIGENTES PARA USO COMERCIAL E INDUSTRIAL

RANGO DE CONSUMO (m^3)	TARIFA ($)	
	COMERCIAL	INDUSTRIAL
0 Hasta 15	61.30 Costo mínimo	111.97 Costo mínimo
16 Hasta 30	5.55 por m^3	7.64 por m^3
31 Hasta 50	5.84 por m^3	7.82 por m^3
51 Hasta 75	6.12 por m^3	8.00 por m^3
76 Hasta 100	6.45 por m^3	8.23 por m^3
101 Hasta 200	6.76 por m^3	8.43 por m^3
201 En adelante	7.10 por m^3	8.65 por m^3

FUENTE: O.O.M.A.P.A.S. DE MAGDALENA

Para el cálculo del pago de los servicios de agua potable, no todos los usuarios disponen de medidores domiciliarios, por lo que para aquellos que no cuentan con dicho instrumento o que esté descompuesto, su consumo se estima con base en las estadísticas disponibles y en caso de carecer de ellas se realiza una visita al domicilio para estimar su consumo.

6.2 Fuentes de captación

Prácticamente los pozos que alimentan a la ciudad de agua potable se encuentran dentro de sus límites, de tal manera que se conectan a la red de distribución en una distancia no superior a los 200 m en el caso más desfavorable. En la tabla No. 6.3 se muestran las principales características de dichos pozos. Cabe hacer mención que algunos de los pozos que actualmente alimentan a la ciudad no son propiedad del organismo, sino que éste a través de sus gestiones ha conseguido que algunos particulares los presten para efecto de mantener los caudales requeridos por la población, realizando un convenio donde se especifican los términos en que se realiza dicho préstamo.

TABLA No. 6.3

CARACTERÍSTICAS DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

POZO	UBICACIÓN		ELEVACION (m.s.n.m.)	PROFUNDIDAD (m)		DIAMETRO (cm)	
	LATITUD	LONGITUD		PERFORACION	NIVEL DINAMICO	OBRA	ADEME
ARELLANO 1	30º37'53"	110º58'06"	750.00	21.34	10.00	35.56	30.48
ARELLANO 2	30º37'59"	110º58'11"	750.00	21.34	6.50	35.56	30.48
EL RASTRO	30º37'12"	110º58'06"	765.00	21.34	18.50	35.56	30.48
LA VICTORIA	30º38'31"	110º57'20"	760.00	36.58	12.00	35.56	30.48
CONGREGACION					14.20		
LEAL	30º37'27"	110º58'45"	775.00	11.00	5.50	177.00	152.00

FUENTE: O.O.M.A.P.A.S. DE MAGDALENA

De los pozos presentados anteriormente Congregación y Leal son los que actualmente se encuentran a título de préstamo.

En el organismo municipal no se dispone de información estadística acerca de los niveles estáticos y dinámicos de los pozos, del recorrido realizado por los pozos y de los resultados obtenidos en la campaña de medición, se observa que su estado físico es aceptable y acerca de sus condiciones actuales de operación estas son adecuadas.

Con relación a riesgos de contaminación de las fuentes de abastecimiento, de acuerdo a su ubicación, se tienen 2 tipos de pozos, si bien todos se ubican en la periferia de la ciudad, por un lado se tienen aquellos pozos que se encuentran en terrenos rurales y por el otro a los pozos que se ubican dentro de terrenos urbanos. Por lo que hace al primer tipo se tienen a los dos pozos prestados y el resto corresponde al segundo caso. De acuerdo a la descripción anterior los pozos que se encuentran en zonas rurales son susceptibles de contaminarse por los materiales que se utilizan en las labores propias a las actividades agrícolas: abonos y pesticidas principalmente y en el caso de los segundos por las aguas residuales de la población.

Por lo que hace al primer caso se requiere que se defina una extensión alrededor del pozo en la que se restrinja el uso de compuestos químicos susceptibles de contaminar el agua y por lo que hace al segundo caso de manera similar se tienen que vigilar que las zonas aledañas descarguen, de manera efectiva, sus aguas residuales a la red de alcantarillado municipal.

Por lo que respecta a la capacidad de las fuentes de abastecimiento no se cuenta con estudios sobre su capacidad, sin embargo por lo observado y comentado por el personal técnico del organismo estas no presentan problemas ni aun en las épocas de sequía. En la tabla No. 6.4, se presenta un resumen con los gastos de explotación de los diferentes pozos, comparando los gastos que manejaba el organismo operador en documentos que proporcionaron, con los obtenidos en la campaña de medición realizada por esta Empresa.

Cabe comentar que dichos gastos corresponden a los que extraen los equipos y no a la capacidad de los pozos, la cual se obtiene con equipos de bombeo de mayor tamaño que permitan aforar el gasto máximo que se puede extraer del pozo.

TABLA No. 6.4

COMPARATIVA DE GASTOS DE EXPLOTACIÓN DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

POZO	GASTO (l/s)			GASTOS PROMEDIO DIARIOS (l/s)		
	ORGANISMO		MEDIDO	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO
ARELLANO 1	65.00	54.00	49.26	49.26	52.85	47.16
ARELLANO 2	60.00	52.00	47.76	32.47	48.60	0.00
EL RASTRO	45.00	30.00	32.98	32.98	43.99	30.15
LA VICTORIA	60.00	53.00	54.26	37.53	55.12	0.00
CONGREGACION		12.00	11.00	4.72	12.71	0.00
LEAL				1.50	4.52	0.00
SUMA	230.00	201.00	195.26	158.46	217.79	
% CON RESPECTO AL GASTO MEDIDO		103%	100%	79%	109%	

NOTA: LOS GASTOS ANOTADOS COMO DEL ORGANISMO, FUERON PROPORCIONADOS POR EL MISMO EN DOCUMENTOS QUE MANEJAN. TODOS LOS DEMÁS GASTOS CORRESPONDEN A RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CAMPAÑA DE MEDICIÓN REALIZADA POR SOLANO CONSULTORES.

El primer gasto anotado en la columna corresponde a información de mayor antigüedad, en ella como se observa todavía no se contempla el pozo Congregación, en la segunda columna sí aparece el pozo Congregación pero no el pozo Leal, el cual se conectó al sistema a fines de 1999.

El gasto medido, corresponde a un promedio del registrado durante la campaña de medición (realizada como parte de este estudio), considerando, únicamente los gastos que entrega el pozo trabajando.

Los gastos promedio diario corresponden al promedio de 7 días que duró la medición, el cual se obtuvo sumando todos los obtenidos a la misma hora y dividiéndolos entre el número de observaciones, incluyendo aquellos en que no se registró gasto, así el gasto promedio corresponde al promedio de explotación durante la campaña de medición. En el caso del pozo Leal no se puso la información del gasto medido por que el organismo no disponía de datos y así para que la información, entre las dos fuentes, fuera comparable.

El gasto máximo corresponde al gasto puntual máximo observado durante el periodo de medición.

Con base en la tabla anterior se tiene que el organismo operador consideraba un 3% más de capacidad de producción de agua potable, que la obtenida en la campaña de mediciones, variación que resulta aceptable. Con relación al promedio diario explotado, este representa un 79% del total disponible, lo cual es válido para el periodo en que se realizó la medición, ya que de acuerdo al personal técnico del organismo, en algunas épocas del año el bombeo de los pozos se realiza durante 24 horas y finalmente, ante ciertas condiciones en el sistema (relativas a la presión en la red principalmente), los equipos de los pozos podrían entregar un 9% adicional a lo medido.

Cabe recalcar que los gastos obtenidos corresponden a los que son capaces de entregar los equipos instalados, así por ejemplo el pozo Leal es una noria que debe tener una capacidad superior a la presentada, ya que el abatimiento que tiene con el equipo instalado es muy pequeño. De acuerdo al personal técnico del organismo, el único pozo que tiene problemas con el abatimiento del nivel es El Rastro, ya que en algunas épocas del año el agua que se extrae sale con demasiado aire.

6.3 Conducción

Las líneas de conducción del sistema de agua potable están conformadas por líneas que alimentan a tanques y a la red de distribución, en la tabla No. 6.5 se presenta un resumen con sus características, las cuales en total suman 4,751 m de longitud.

TABLA No. 6.5

CARACTERISTICAS DE LAS LINEAS DE CONDUCCIÓN

No.	DESCRIPCION
1	Alimentación desde el pozo Jesús Arellano 1 al tanque Cerro de la Cruz con tubería de asbesto-cemento de 12” de diámetro en una longitud de 603 m.
2	Alimentación desde el tanque Cerro de La Cruz con tubería de asbesto-cemento de 12” de diámetro a la red de distribución y con una longitud de 832 m.
3	Alimentación desde el pozo Jesús Arellano 2 a la red de distribución con tubería de asbesto-cemento de 8” de diámetro en una longitud de 426 m.
4	Alimentación desde el pozo La Victoria a la pila Fátima, con tubería de asbesto-cemento de 8” de diámetro y con longitud de 1,387 m.
5	Alimentación desde el pozo El Rastro al tanque El Polvorín con tubería de asbesto-cemento de 6” de diámetro y con una longitud de 1,232 m.
6	Alimentación desde el pozo Leal a la red de distribución con tubería de P.V.C. de 4” de diámetro y con una longitud aproximada de 136 m.
7	Alimentación desde el pozo Congregación a la red de distribución con tubería de P.V.C. de 3” de diámetro, con longitud aproximada de 135 m.

FUENTE: INFORMACIÓN LEÍDA DIRECTAMENTE EN PLANOS.

Sin excepción, todas las líneas de conducción existentes funcionan con conexiones directas a la red de distribución, lo cual no es conveniente por que le restan eficiencia al sistema, el caso más representativo y desfavorable a su vez de esta situación, lo constituye la línea de conducción que comunica al pozo El Rastro con el tanque El Polvorín, la cual dejó de operar como tal cuando se le conectaron tomas domiciliarias y otras líneas de agua potable, dejando sin utilidad al tanque El Polvorín construido apenas en la década pasada.

6.4 Potabilización

Sin excepción toda el agua que se inyecta a la red recibe un tratamiento de desinfección consistente en la aplicación de cloro, el tipo de cloración y los equipos utilizados se describe a continuación en la tabla No. 6.6.

TABLA No. 6.6

CARACTERÍSTICAS DE LA CLORACIÓN DEL AGUA POR POZO

POZO	GASTO DISEÑO (l/s)	TIPO	E Q U I P O
ARELLANO 1	60	CLORACION DIRECTA AL POZO	DOSIFICADOR MARCA REGAL SERIE A04993 DEMA
ARELLANO 2	65	CLORACION DIRECTA AL POZO	ROTAMETRO 0-50 KGS/24 HORAS
EL RASTRO	35-40	CLORACION DIRECTA AL POZO	DOSIFICADOR V-100 SERIE AU-36172 ROTAMETRO 0-50 KGS/24 HORAS
LA VICTORIA	70	CLORACION DIRECTA AL POZO	DOSIFICADOR V-100 ROTAMETRO 0-50 KGS/24 HORAS
CONGREGACION		CLORACION A DESCARGA	PULSATRON, 24 PSI 100
LEAL		CLORACION A DESCARGA	PULSATRON, 24 PSI 100

FUENTE: INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL ORGANISMO OPERADOR.

Dentro de los planes que tiene el organismo, se encuentra el sustituir la cloración directa al pozo, mediante su inyección a la descarga, actualmente el cloro se vierte directamente en la perforación, lo cual no es conveniente, porque el elemento químico ataca el ademe del pozo y la columna de la bomba.

Con objeto de verificar que los límites de cloro se mantengan en la red y con ello asegurar la calidad del agua, diariamente se realiza un monitoreo en diferentes puntos de la red hasta completar en la semana un total de 25 puntos. En la tabla No. 6.7 se presentan los resultados obtenidos en los puntos de muestreo, en 5 semanas diferentes, la ubicación de los puntos de monitoreo se presenta en la figura 6.3.

TABLA No. 6.7

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO DE CLORO RESIDUAL (p.p.m.) EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE MAGDALENA, SON.

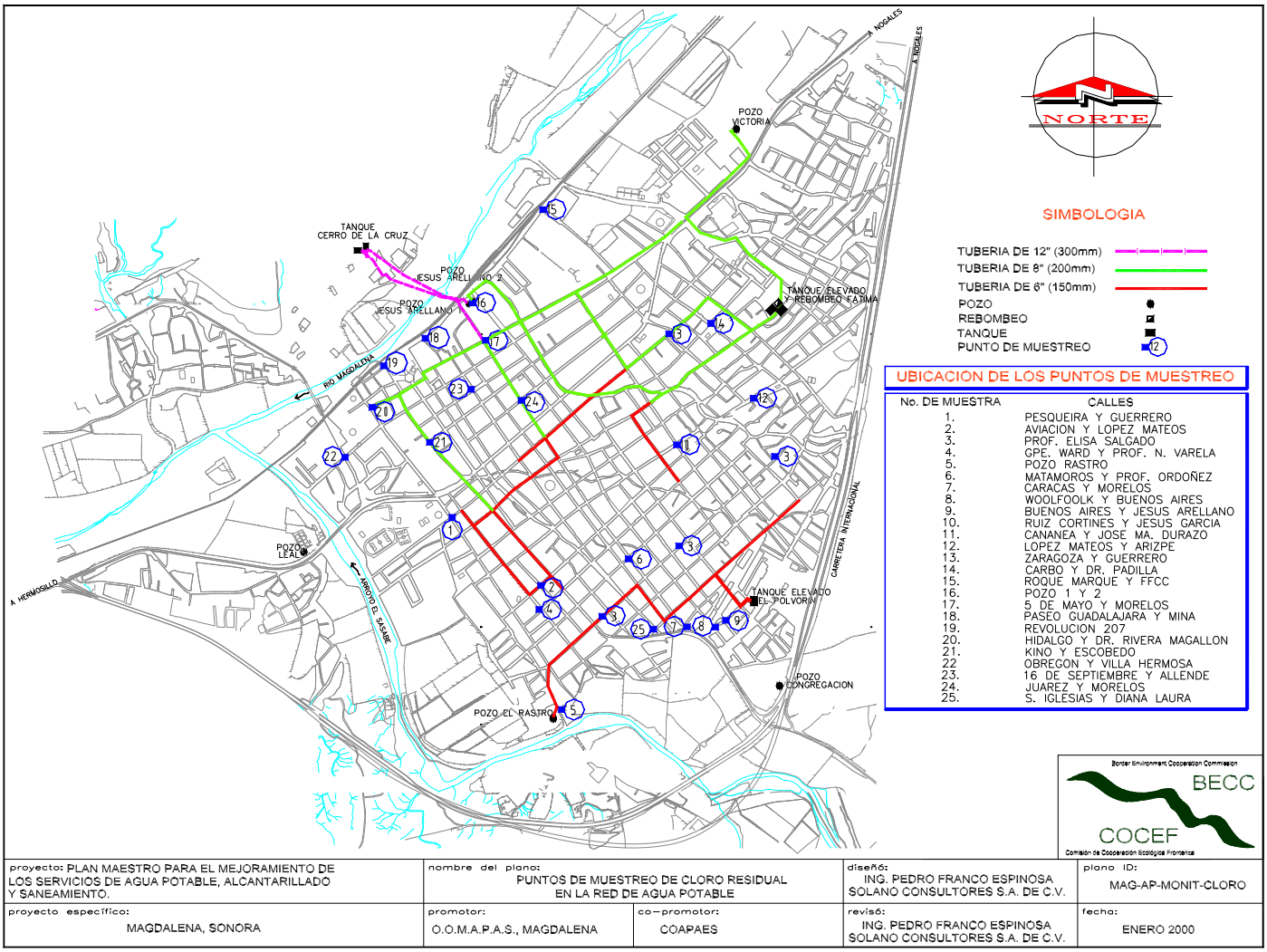
NOMBRE DEL PUNTO DE MUESTRA	SEMANA					
	02/08/99 06/08/99	09/08/99 13/08/99	16/08/99 20/08/99	30/08/99 03/09/99	13/09/99 17/09/99	27/09/99 01/10/99
1.- PESQUEIRA Y GUERRERO	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0
2.- AVIACIÓN Y LÓPEZ MATEOS	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3
3.- PROF. ELÍAS SALGADO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3
4.- GPE. WARD Y PROF. N. VARELA	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.3
5.- POZO RASTRO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
6.- MATAMOROS Y PROF. ORDOÑEZ	1.0	1.0	1.5	1.0	1.5	1.5
7.- CARACAS Y MORELOS	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0
8.- WOOLFOOLK Y BUENOS AIRES	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	0.8
9.- BUENOS AIRES Y J. ARELLANO	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	0.8
10.- RUÍZ CORTINES Y JESÚS GARCÍA	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3
11.- CANANEA Y JOSÉ MA. DURAZO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3
12.- LÓPEZ MATEOS Y ARIZPE	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	1.5
13.- ZARAGOZA Y GUERRERO	1.5	1.5	1.3	1.0	1.0	1.3
14.- CARBO Y DR. PADILLA	1.7	1.5	1.3	1.0	1.0	1.3
15.- ROQUE MARQUE Y FFCC.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
16.- POZO 1 Y 2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
17.- 5 DE MAYO Y MORELOS	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18.- PASEO GUADALAJARA Y MINA	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.3
19.- REVOLUCIÓN 207	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3
20.- HIDALGO Y DR. RIVERA M.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3
21.- KINO Y ESCOBEDO	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3
22.- OBREGÓN Y VILLA HERMOSA	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3
23.- 16 DE SEPTIEMBRE Y ALLENDE	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3
24.- JUÁREZ Y MORELOS	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25.- S. IGLESIAS Y DIANA LAURA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Con la excepción del resultado obtenido en la primera semana en el punto 14, todos los demás resultados se encuentran dentro de los límites permisibles especificados en normas: 0.2-1.50.

Adicionalmente al cloro, el organismo cuenta con un laboratorio que le permite llevar a cabo análisis básicos de la calidad del agua, los cuales se realizan si existen sospechas de contaminación y/o no cumplimiento de la norma en algún punto.

Figura No. 6.3

PUNTOS DE MONITOREO DE CLORO RESIDUAL EN RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE


A NOGALES
POZO VICTORIA
TANQUE CERRO DE LA CRUZ
POZO JESUS ARELLANO 2
POZO JESUS ARELLANO 1
TANQUE ELEVADO Y REBOMBEO FATIMA
RIO MAGDALENA
POZO LEAL
A HERMOSILLO
ARROYO EL SASABE
CARRETERA INTERNACIONAL
TANQUE ELEVADO EL POLVORIN
POZO CONGREGACION
POZO EL RASTRO
NORTE
SIMBOLOGIA
TUBERIA DE 12" (300mm)
TUBERIA DE 8" (200mm)
TUBERIA DE 6" (150mm)
POZO
REBOMBEO
TANQUE
PUNTO DE MUESTREO
UBICACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO
No. DE MUESTRA CALLES
1. PESQUEIRA Y GUERRERO
2. AVIACION Y LOPEZ MATEOS
3. PROF. ELISA SALGADO
4. GPE. WARD Y PROF. N. VARELA
5. POZO RASTRO
6. MATAMOROS Y PROF. ORDOÑEZ
7. CARACAS Y MORELOS
8. WOOLFOOLK Y BUENOS AIRES
9. BUENOS AIRES Y JESUS ARELLANO
10. RUIZ CORTINES Y JESUS GARCIA
11. CANANEA Y JOSE MA. DURAZO
12. LOPEZ MATEOS Y ARIZPE
13. ZARAGOZA Y GUERRERO
14. CARBO Y DR. PADILLA
15. ROQUE MARQUE Y FFCC
16. POZO 1 Y 2
17. 5 DE MAYO Y MORELOS
18. PASEO GUADALAJARA Y MINA
19. REVOLUCION 207
20. HIDALGO Y DR. RIVERA MAGALLON
21. KINO Y ESCOBEDO
22. OBREGON Y VILLA HERMOSA
23. 16 DE SEPTIEMBRE Y ALLENDE
24. JUAREZ Y MORELOS
25. S. IGLESIAS Y DIANA LAURA
Border Environment Cooperation Commission
BECC
COCEF
Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
proyecto: PLAN MAESTRO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO.
nombre del plano: PUNTOS DE MUESTREO DE CLORO RESIDUAL EN LA RED DE AGUA POTABLE
diseñó: ING. PEDRO FRANCO ESPINOSA SOLANO CONSULTORES S.A. DE C.V.
plano ID: MAG-AP-MONIT-CLORO
proyecto específico: MAGDALENA, SONORA
promotor: O.O.M.A.P.A.S., MAGDALENA
co-promotor: COAPAES
revisó: ING. PEDRO FRANCO ESPINOSA SOLANO CONSULTORES S.A. DE C.V.
fecha: ENERO 2000

6.5 Plantas de bombeo

En el Anexo B de este documento se presentan los resultados del diagnóstico electromecánico realizado a cada uno de los equipos, el cual se realizó conforme a las especificaciones presentadas por la COCEF que consisten en el llenado de 4 formatos mismos que ha continuación se describen:

a) Resumen del diagnóstico.

En este formato se concentran las principales características de los equipos: identificación de la instalación a la que se le hace el diagnóstico: marca, modelo y capacidad de los principales componentes de la planta de bombeo: bomba, motor, arrancador y transformador.

Cabe comentar que mucha de la información solicitada no se presenta debido a que no fue posible realizar su levantamiento en campo porque el equipo se encuentre oculto o por no tener placa informativa y porque el organismo operador tampoco dispusiera de dicho dato. Tal es el caso principalmente de las bombas, las cuales al encontrarse sumergidas no fue posible conocer sus características.

b) Croquis de ubicación.

Se presenta una figura señalando la localización de la planta de bombeo.

c) Revisión de parámetros.

Consiste en un resumen de los principales parámetros analizados para cada una de las plantas de bombeo, así como de información recopilada (ver tabla No. 6.8), considerando que mucha de la información se obtiene a partir de la aplicación de fórmulas, este formato se hizo en una hoja de cálculo (Excel) en la cual se realizan automáticamente dichos cálculos, lo cual permitirá, igualmente, al organismo operador actualizarlas fácilmente.

Dichos parámetros son:

- Peso soportado: se estimó a partir de la longitud de la columna adicionándole el peso de la bomba y el de la flecha y contraflecha en el caso de equipo convencional.

- La sumergencia resultó de restar a la longitud de la columna el correspondiente nivel dinámico.

- Velocidad del agua: se estimó con base en el resultado de los aforos de la campaña de medición de caudales dividiendo el gasto entre el diámetro de la columna.

TABLA No. 6.8

RESUMEN TIPO DE PRESENTACION DE RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO DE LAS PLANTAS DE BOMBEO

No.	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	VALOR RECOMENDADO	OBSERVACIONES
1	Ultima Rehabilitación	Año			
2	Profundidad total	m			
3	Temperatura de agua	°C			
4	Ph	unidad			
5	Arena	Sí-No			
6	Solidos disueltos	mg/l			
7	Longitud columna	m			
8	Diámetro columna	Pulg			
9	Espesor de columna	Pulg			
10	Peso soportado	Kg			
11	Nivel estático	m			
12	Nivel dinámico	m			
13	Sumergencia	m			
14	Velocidad agua	m/s			
15	Pérdidas por fricción	m			
16	Carga dinámica total	m			
17	Capacidad depósito	m^3			
18	Valvula Chek	Si-No			
19	Valvula de alivio	Si-No			
20	Diámetro flecha	Pulg			
21	Diámetro Cubreflecha	Pulg			
22	Calibre Cable motor	A.W.G.			
23	Aislamiento Motor Cable	Megaohm			
24	Res. Bobinas Motor	Ohm			
25	Tipo de arrancador	ATP/ATR			
26	Tam. Arrancador	HP/Volt			
27	Tiempo Relevador	seg			
28	Elementos Térmicos	Marca/Cat			
29	Capacidad I.T.M.	AMP			
30	Mult. Eq. Med.	No			
31	Capacidad Transformador	KVA			
32	Aislamiento Transformador	Megaohm			
33	Capacidad Liston Fusible	AMP			
34	Aislamiento Aceite	KV/MG.KOH-GR			
	INDICADORES				
35	Caudal	l/s			
36	Gasto específico	l/s/m			
37	Habitantes servidos	No			
38	Capacidad de Suministro	L/hab/día			
39	Presión descarga	kg/cm^2			
40	Voltaje medido	Volts			
41	Amperaje medido	Amp			
42	Potencia medida	HP			
43	Potencia instalada	KW			
44	Capacitancia instalada	KVAR			
45	Sobrecarga	%			
46	Desbalanceo eléctrico	%			
47	Factor potencia	%			
48	Eficiencia (total)	%			
49	Tarifa C.F.E.	No			
50	Costo de operación	m^3/KWH			

- Pérdidas por fricción: se obtuvo a partir de la fórmula de Manning considerando una rugosidad para el acero de 0.014.

- Carga dinámica total: es la carga que tiene que vencer el equipo para entregar el agua en el punto deseado, así es la suma del nivel dinámico mas las pérdidas por fricción y finalmente mas la presión que se tiene en la descarga del equipo, la cual se obtuvo en la campaña de medición.

- El gasto específico, renglón 36, resulta de dividir el gasto en explotación del pozo entre el abatimiento, nivel estático menos dinámico, que le produce dicha explotación.

- Habitantes servidos, renglón 37, se obtiene de dividir el volumen diario de explotación, caudal por 86,400, entre la capacidad de suministro, la cual se consideró igual que la dotación.

- Potencia medida es igual a la potencia eléctrica, la cual se obtiene de multiplicar el voltaje por el amperaje por raíz de 3 por el factor de potencia.

- La sobrecarga, renglón 45, es resultado de restarle al voltaje medido el demandado, en caso de que sea negativo no existe sobrecarga.

- El desbalanceo eléctrico se estimó con base en la comparación entre fases de tal manera que el amperaje suministrado entre ellas no debe rebasar el 3%.

- La eficiencia (total) se calculó con base en la fórmula presentado en el manual técnico elaborado por la C.N.A., la cual consiste en dividir la potencia hidráulica entre la potencia eléctrica, renglón 42, la primera obteniéndose de multiplicar el caudal por la carga dinámica total y el resultado dividido entre 76.

d) Reporte del diagnostico electromecánico de pozos y equipos.

Consiste, básicamente en un cuestionario guía para realizar el levantamiento de la información de los equipos instalados. Como se mencionó anteriormente muchas de los datos solicitados se quedaron sin valor por no encontrase disponibles.

e) Diagnóstico de irregularidades.

En este formato se hacen las observaciones y recomendaciones resultado del diagnóstico.

En la tabla No. 6.9 se muestran los resultados obtenidos en las principales variables que indican el estado de funcionamiento de los equipos.

TABLA 6.9

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS POZOS

CARACTERISTICAS	POZOS					
	ARELLANO		LEAL	LA VIC_ TORIA	CONGRE_ GACION	EL RASTRO
	No 1	No 2				
PROFUNDIDAD TOTAL (m)	21.34	21.34	11	36.6	21	21.34
NIVEL ESTATICO (m)	9	5.5	5	8	10	15
NIVEL DINAMICO (m)	10	6.5	5.5	12	14.5	18.5
PRESIÓN EN LA DESCARGA(m.c.a)	5.9	5.9	3.73	4.8	4.25	4.39
CARGA DINAMICA TOTAL (m)	69.03	65.98	42.91	60.77	57.26	63.80
GASTO (l/s)	45.51	47.76	4.52	55	15	33
VOLTAJE (volts)	478	478	247.4	456.6	250.4	456.6
AMPERAJE (amp)	77.07	68.83	23.09	102.2	64.1	68.3
FACTOR DE POTENCIA (%)	96	95	85	84	85	63
POTENCIA ELECTRICA (Hp)	82	73	11	91	32	46
POTENCIA HIDRAULICA (Hp)	41.3	41.46	2.55	43.98	11.30	27.70
EFICIENCIA (PH/PE)	50	57	23	48.32	36	60.73
POTENCIA INSTALADA (HP)	75	75	10	75	40	75

Con base en los resultados obtenidos, a continuación se hacen las siguientes observaciones para el equipamiento de las distintas instalaciones

POZO JESUS ARELLANO NO 1

El pozo presenta deficiencias, que al ser corregidas permitirán se obtenga una mejor eficiencia en conjunto. Para cumplir con los componentes mecánicos es necesario instalar en el tren de descarga una válvula de admisión y expulsión de aire así como un medidor de gasto. Respecto a los componentes eléctricos es conveniente hacer las correcciones en el voltaje y amperaje para que correspondan con el requerido así como dar mantenimiento al sistema de tierras.

POZO JESUS ARELLANO No 2.

En términos generales el equipamiento mecánico es bueno con la recomendación de instalar la válvula de admisión y expulsión de aire, y un medidor de gasto. Respecto al equipamiento eléctrico es conveniente dar mantenimiento al sistema en general, corregir la diferencia en la corriente suministrada y realizar los cambios recomendados.

POZO LEAL.

El pozo opera bien, sin embargo realizando las recomendaciones propuestas se puede alcanzar una mejor eficiencia en la operación del sistema. Mecánicamente los faltantes son el medidor de gasto la válvula de admisión y expulsión de aire .Respecto a lo eléctrico es necesario corregir el suministro de la corriente y realizar el mantenimiento correspondiente al sistema completo.

POZO LA VICTORIA.

La instalación del medidor de gasto y de la válvula de expulsión y admisión de aire, es necesaria para considerar que el aspecto mecánico es adecuado, para el sistema eléctrico es conveniente la instalación de un transformador propio del pozo y hacer las adecuaciones necesarias para suministrar el amperaje y voltaje requerido, así como realizar los cambios recomendados.

POZO CONGREGACIÓN.

La instalación del medidor de gasto así como la válvula expulsión y admisión de aire son los aspectos mecánicos que se recomiendan corregir, en el aspecto eléctrico es conveniente hacer los cambios recomendados para eficiente al sistema.

POZO EL RASTRO.

De la misma forma se recomienda la instalación del medidor de gasto y de la válvula de admisión y expulsión de aire para considerar que se cumple con lo mecánico, con la misma intención se sugiere el ajuste recomendado al transformador para corregir las variaciones en el voltaje y amperaje así como la instalación del banco de capacitores propuesto y de mas elementos recomendados.

6.6 Regulación

En la tabla No. 6.10 se presentan las principales características de los tanques de almacenamiento su ubicación se puede ver en la figura No. 6.1 mostrada al inicio de este capítulo.

TABLA No. 6.10

INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN TANQUES DE REGULACION Y ALMACENAMIENTO

TANQUE	ELEVACION DE PLANTILLA (m.s.n.m.)	CAPACIDAD m^3	OBSERVACIONES
TANQUE CERRO DE LA CRUZ	797	650	De concreto en buen estado
PILA CERRO DE LA CRUZ	796	600	Fuera de operación, contiguo al anterior
PILA DE FATIMA	797	450	Mampostería en buen estado
TANQUE ELEVADO FATIMA	807	100	De acero en buen estado
TANQUE ELEVADO EL POLVORIN		200	De acero y está fuera de operación, por que no le llega agua
TOTAL DE CAPACIDAD DE REGULACION		2,000	

FUENTE:
Capacidad de tanques proporcionadas por Organismo Operador.
Elevación de plantillas leídas directamente de planos topográficos.

El total disponible de almacenamiento es de 2,000 m^3, de los cuales actualmente únicamente se aprovechan 1,200 m^3. Independientemente del análisis hidráulico realizado para la red de distribución, capítulos adelante, resulta importante resaltar las ventajas que tiene el que un sistema de agua potable, funcione mediante tanques de regularización y almacenamiento:

- Permiten que los equipos de bombeo trabajen con mejores niveles de eficiencia al trabajar con una carga constante.
- Mayor aprovechamiento de los equipos al poder programar las horas en que operarán.
- La red de distribución se encuentra menos exigida al quitarle los arranques y paros de los equipos de bombeo.
- Ante una interrupción del servicio de energía eléctrica, la población dispone de un tiempo antes de que se quede sin agua.

Considerando lo anterior sería conveniente realizar las adecuaciones necesarias en la red para poder aprovechar la capacidad instalada.

Asemejando a la curva de la demanda de agua potable a la de oferta, la cual corresponde a la suma de los promedios de las aportaciones de todos los pozos (ver figura No. 6.4), se determinó el volumen de almacenamiento que se requiere, el cual fue de 1,549 m^3. El funcionamiento del volumen de almacenamiento se presenta en la gráfica No. 6.1, su cálculo se realiza considerando que la entrada total a los tanques es constante en 158.47 l/s, gasto promedio que entregan todos los pozos, y que las variaciones se toman con el volumen que almacenan los tanques.

De acuerdo a dicha gráfica se tiene que el máximo requerimiento de volumen se necesita a las 5:00 de la mañana, hora a partir de la cual la demanda excede a la oferta y el mínimo cuando se vaciaría el tanque que es a las 19:00 hrs.

Con base en dicha gráfica se puede determinar que la capacidad de almacenamiento instalada, actual es suficiente para proporcionar un buen servicio.

6.7 Red de distribución

Los diámetros de las diferentes tuberías que conforman la red de distribución, así como las válvulas de seccionamiento existentes, se presentan en la tabla No. 6.11, información que se leyó directamente de los planos, los materiales con los cuales está construida son asbesto-cemento y P.V.C. principalmente, el primero encontrándose en las tuberías de diámetros iguales o superiores a 6” y la segunda en los diámetros menores, así como en las obras realizadas recientemente.

GRAFICA No. 6.1

COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

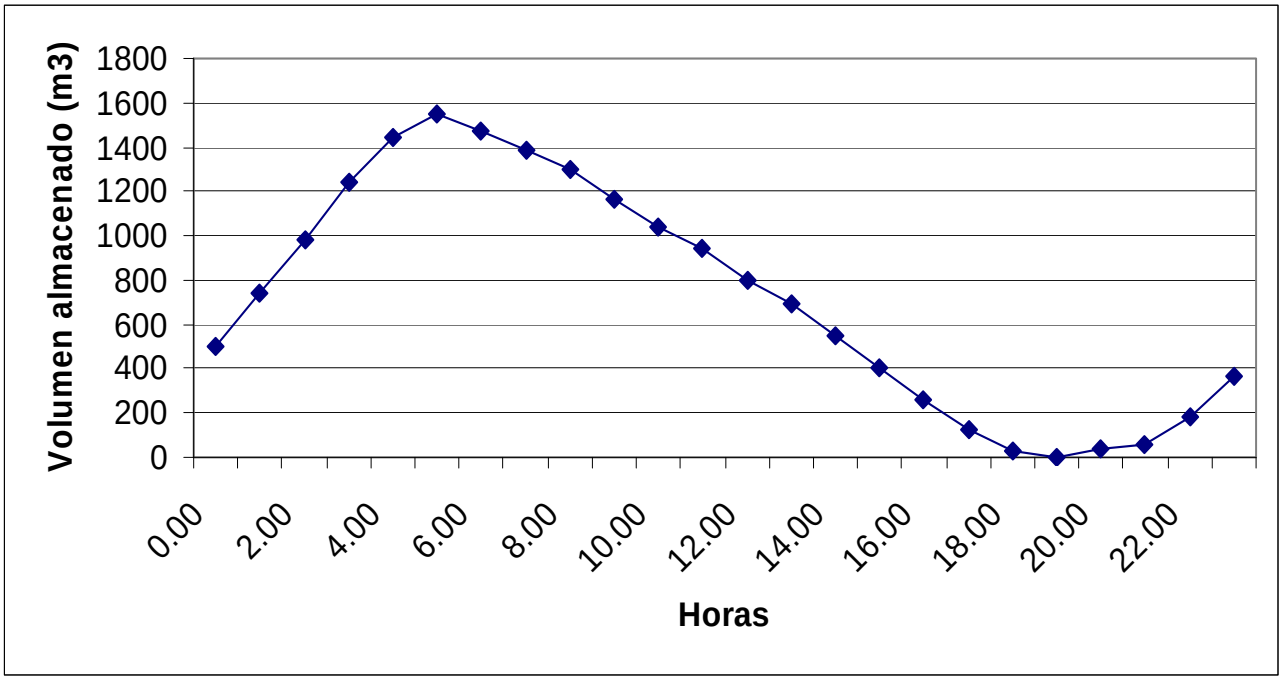


TABLA No. 6.11

DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS QUE CONFORMAN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

DIÁMETRO (pulg)	LONGITUD (m)	VALVULAS (pza)	DENSIDAD POR HECTÁREA	
			TUBERÍAS	VÁLVULAS
12	219.00	11	0.296	0.015
8	7,002.73	50	9.458	0.068
6	6,532.13	66	8.823	0.089
4	6,497.70	27	8.776	0.036
3	75,750.00	136	62.300	0.184
2.5	15,300.00	25	62.300	0.034
Suma	112,501.56	315	151.953	0.425
Area urbana = 740.37 Has				

De manera general, al observar la localización de las tuberías, ver figura 6.1 se constata que la mayoría de la red primaria se concentra en la zona poniente de la ciudad, descendiendo hasta el centro y su paso hacia el oriente de la ciudad se realiza con tuberías de menor diámetro, si se considera que la mayoría del agua proviene del poniente (pozos Arellano 1 y 2 y Victoria), los cuales aportan en conjunto el 76% del gasto disponible, lo anterior lleva a concluir que la distribución mencionada es una de las causas de la baja presión en el oriente de la ciudad.

6.8 Medición de caudales y presiones

En el organismo operador no se dispone de información de los gastos que se manejan en el sistema de agua potable, ya que no se cuenta con equipos de medición y no se han realizado estudios al respecto, sí bien en algunas descargas de pozos se observaron válvulas de inserción para pitometría lo que indica que se han realizado aforos, de los cuales el organismo no tiene conocimiento.

Con el fin de obtener información suficiente y confiable para realizar el análisis del sistema de agua potable de la ciudad de Magdalena se realizaron mediciones de caudales y presiones en los diferentes subsistemas que lo conforman, a saber:

- Fuentes de abastecimiento
- Descargas de tanques y pozos que alimenten directamente a la red de distribución.
- Red primaria de distribución de agua potable.

6.8.1 Metodología empleada:

El objetivo de una estación hidrométrica de éste tipo es cuantificar los gastos que fluyen en tuberías durante un período de tiempo bien definido.

Para llevar a cabo las mediciones, se requiere de un medidor primario (en éste caso, el tubo Pitot), que capta la señal hidráulica en la tubería y de un medidor secundario (registrador mecánico de presión diferencial), que recibe la señal del primario y la registra en forma permanente en un gráfico; además de los medidores, se necesitó equipo y accesorios auxiliares: manómetro de presión diferencial tipo tubo “U”, válvula de inserción para pitometría, gancho calibrador, niplería, manguera, etc.

La secuencia para la instrumentación fue:

1. Visita de inspección al sitio de medición.
2. Colocación de válvula de inserción para pitometrías.
3. Aforos pitométricos para determinar gastos máximos, medios y mínimos, mediante los cuales se definirá el rango del medidor secundario.
4. Obtención de constante teórica de la estación.
5. Verificación y/o ajuste de la constante.

1**.** Visita de inspección al sitio de medición. La inspección visual del sitio permitió definir si la medición era factible en las condiciones en las que se encontraba la infraestructura o si es necesario realizar trabajos adicionales para acondicionar éstas. Para obtener buenos resultados, es condición que la tubería trabaje a tubo lleno, debiendo en lo posible, tener un tramo recto de 15 diámetros y encontrándose libre de accesorios, piezas especiales o cambios de dirección. La ubicación de la válvula de inserción se sitúa 10 diámetros aguas abajo de cualquier accesorio o cambio de dirección y 5 diámetros aguas arriba de cualquier accesorio o cambio de dirección.

2. Colocación de la válvula de inserción. Para la instalación de éste accesorio, se utilizó la máquina perforadora Muller, la cual perfora el tubo con una broca, aún cuando la línea se encuentra en operación. Una vez que se realiza la perforación, se retira la broca para que en su lugar se instale la válvula de inserción en el extremo del vástago y con ella se selle el orificio previamente realizado.

3. Aforo pitométrico: Dado el objetivo de la medición, se realizaron varias, a fin de contar con todos los rangos de caudales de acuerdo con las distintas modalidades en la operación (gastos máximos, medios y mínimos). El procedimiento para efectuar las pitometrías es el siguiente:

a. Calibración del diámetro interior de la tubería.
b. Instalación de tubo Pitot en la válvula de inserción.
c. Preparación de manómetro “U”
d. Conexión de manómetro “U” al tubo Pitot.
e. Obtención de velocidad central.
f. Obtención del factor Fv, por medio del perfil de velocidades.
g. Cálculo de gasto, realizando las correcciones necesarias: de diámetro y/o de densidad.

4. Cálculo de la constante teórica del conjunto Pitot – graficador:

Una vez obtenido el rango en el secundario, se sustituye su valor en la ecuación general, para conjunto pitot – graficador:

$$Q = Cp * Fv * Ar * \sqrt{2g\Delta h}$$

donde:

Cp = constante del tubo Pitot, adimensional e igual a 0.802
Ar = área real de la tubería.
Fv = factor de velocidad.
h = diferencial de presión, en metros = (Rango * L²) /100.

Al realizar operaciones, queda una constante numérica que multiplica a una variable: L, que es la lectura o lecturas que marcará en la gráfica el registrador; dicha constante es conocida

como "Constante Teórica", misma que debe funcionar correctamente si las especificaciones, las condiciones del sitio, así como las mediciones previas son las idóneas.

5. verificación y/o ajuste de la constante teórica.

El conjunto se instala de la siguiente manera: el tubo pitot, se acopla en la válvula de inserción, y conectado a éste, el registrador mecánico de presión diferencial.

El tubo pitot debe situarse al centro de la tubería, refiriendo la lectura del graficador en el formato de aforo; el pitot deberá contar con una tee, para conectar de manera simultánea el manómetro U; para realizar el aforo que permita verificar si los gastos obtenidos con la constante calculada son correctos, se comparan con los gastos de pitometría; la diferencia entre ambos no debe exceder $\pm$ 3%; en caso contrario, se realizará una serie de aforos para ajustar la constante (conocida como constante de campo o definitiva), que resultará de dividir directamente el gasto obtenido entre la lectura registrada en el momento del aforo; con lo que se asegura que ésta constante será la definitiva, se programarán de nueva cuenta aforos para corroborar su efectividad.

La pitometría se realiza con el método ya descrito, completo, teniendo especial atención al tomar las lecturas centrales (en éste punto se anota la lectura del graficador, cuyo gasto se compara en el gasto del aforo).

Una vez que se realizó una serie de aforos (que cubran los diferentes gastos de operación), se determinó el rango del secundario de la siguiente manera:

Como la finalidad de la medición es registrar los gastos que fluyen en la tubería dentro de un período de tiempo, es importante seleccionar el equipo registrador de acuerdo a los gastos aforados con el tubo Pitot. El equipo registrador también tiene aditamentos para registrar la presión hidrostática en la tubería, la cual realiza el gráfico en forma simultáneamente con la lectura del gasto.

Considerando la necesidad de conocer los caudales de explotación de las fuentes y su variación, así como su distribución en la red, se realizó una campaña de medición de gastos y presiones en el periodo comprendido entre los días 12 al 19 de diciembre de 1999.

Con el objetivo de poder relacionar los resultados que se obtuvieron en la campaña de medición, se instalaron simultáneamente todos los equipos de medición contemplados en los diferentes subsistemas: fuentes de abastecimiento, descargas a red y red de distribución, en la figura 6. se muestra un esquema de la red con los resultados promedio obtenidos, su detalle: registros de gastos y presiones leídos a cada hora de las correspondientes gráficas, se presentan en el Anexo C de este documento, acompañados de curvas que muestran su comportamiento.

6.8.2 Campaña de medición en fuentes.

Originalmente se tenía previsto instalar 5 estaciones sin embargo, poco antes de que iniciara la campaña de medición se integró al sistema otro pozo para mejorar el abastecimiento al Sasabe, en el sur de la ciudad, en la tabla 6.12 se muestra un resumen de los principales resultados que se obtuvieron.

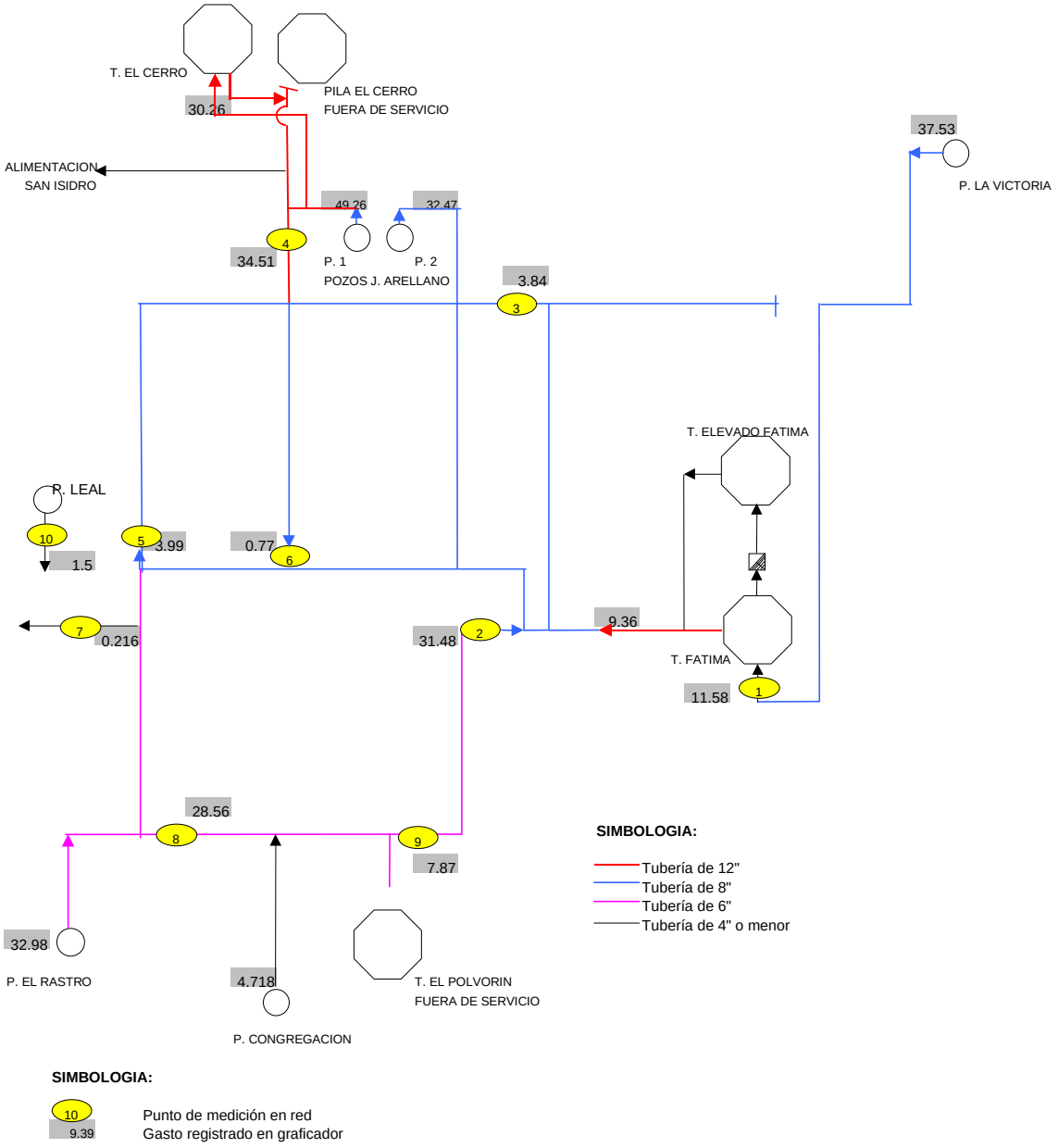
TABLA No. 6.12

MEDICION DE CAUDALES Y PRESIONES EN LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

ESTACION DE AFORO	DIAMETRO		GASTO PROMEDIO (l/s)	AFORO	
	NOMINAL (pulg)	REAL (mm)		GASTO (l/s)	PRESION (kg/cm^2)
FUENTES DE ABASTECIMIENTO					
JESUS ARELLANO 1	8	205	49.26	48.00	5.90
JESUS ARELLANO 2	8	197	32.47	49.00	5.95
LA VICTORIA	8	203	37.53	56.00	4.80
CONGREGACIÓN	6	157	4.72	10.00	4.25
EL RASTRO	6	157	32.98	30.00	4.30
POZO LEAL (NUEVO)	4	101	1.50	6.00	3.73

Figura No. 6.4

ESQUEMA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON LOS GASTOS PROMEDIO QUE SE OBTUVIERON



La mayoría de los pozos no trabajan las 24 horas, sino que trabajan según lo requiere la red, generalmente parando por las noches, en la cual se presentan los mas bajos consumos, los pozos que trabajan las 24 horas, de acuerdo al estudio, fueron J. Arellano 1 y El Rastro.

6.8.3 Campaña de medición en descargas.

Se realizó la medición en los tanques y en los pozos que alimentan directo a la red (ver tabla No. 6.13), lo anterior implicó el uso simultaneo de un gran número de equipos, elementos primarios y secundarios, los tanque estudiados fueron Cerro de la Cruz y Fátima, en el primero la medición se tuvo que realizar en la llegada al tanque por que la tubería en la descarga no trabajaba a tubo lleno y en el segundo si se instaló en la descarga si bien en algunas horas del día la tubería trabajó con aire.

TABLA No. 6.13

MEDICION DE CAUDALES Y PRESIONES EN LAS DESCARGAS A RED DE DISTRIBUCION

ESTACION DE AFORO	DIAMETRO		GASTO PROMEDIO. (l/s)	AFORO	
	NOMINAL. (pulg)	REAL (mm)		GASTO (l/s)	PRESION (kg/cm^2)
DESCARGAS DE TANQUE					
LA CRUZ	12	310	30.26	56.00	0.28
FATIMA	12	298	9.36	14.00	0.50
DESCARGAS DE POZOS					
JESUS ARELLANO 1	8	205	49.26	48.00	5.90
JESUS ARELLANO 2	8	197	32.47	49.00	5.95
LA VICTORIA	8	203	37.53	56.00	4.80
CONGREGACION	6	157	4.72	10.00	4.25
EL RASTRO	6	157	32.98	30.00	4.30
POZO LEAL (NUEVO)	4	101	1.50	6.00	3.73

Por lo que hace a las descargas de los pozos estos entregan a la red la mayoría de su gasto, únicamente J. Arellano 1 y La Victoria entregan excedentes a tanques.

6.8.4 Campaña de medición en red primaria.

En total se tenían contempladas 10 estaciones de medición en red, sin embargo como se requirió una estación adicional para fuentes, este concepto se redujo en 1 estación, la distribución de las estaciones en la red se hizo buscando determinar como se distribuía el agua en la Ciudad, buscando identificar los excedentes de la red primaria, de tal manera que se pudieran correlacionar los diferentes gastos que se obtuvieran, en la figura No. 6.5 se muestra, en el plano de la red de distribución, la ubicación de las diferentes estaciones.

Los resultados promedio que se obtuvieron durante la campaña de medición se muestran en la siguiente tabla No. 6.14, de su observación se tiene que los gastos registrados en algunas de las tuberías fueron bajos con respecto al diámetro por donde circulan, así en la estación 5 de mayo y J. García de 10" de diámetro únicamente se registró un gasto promedio de 3.84 l/s.

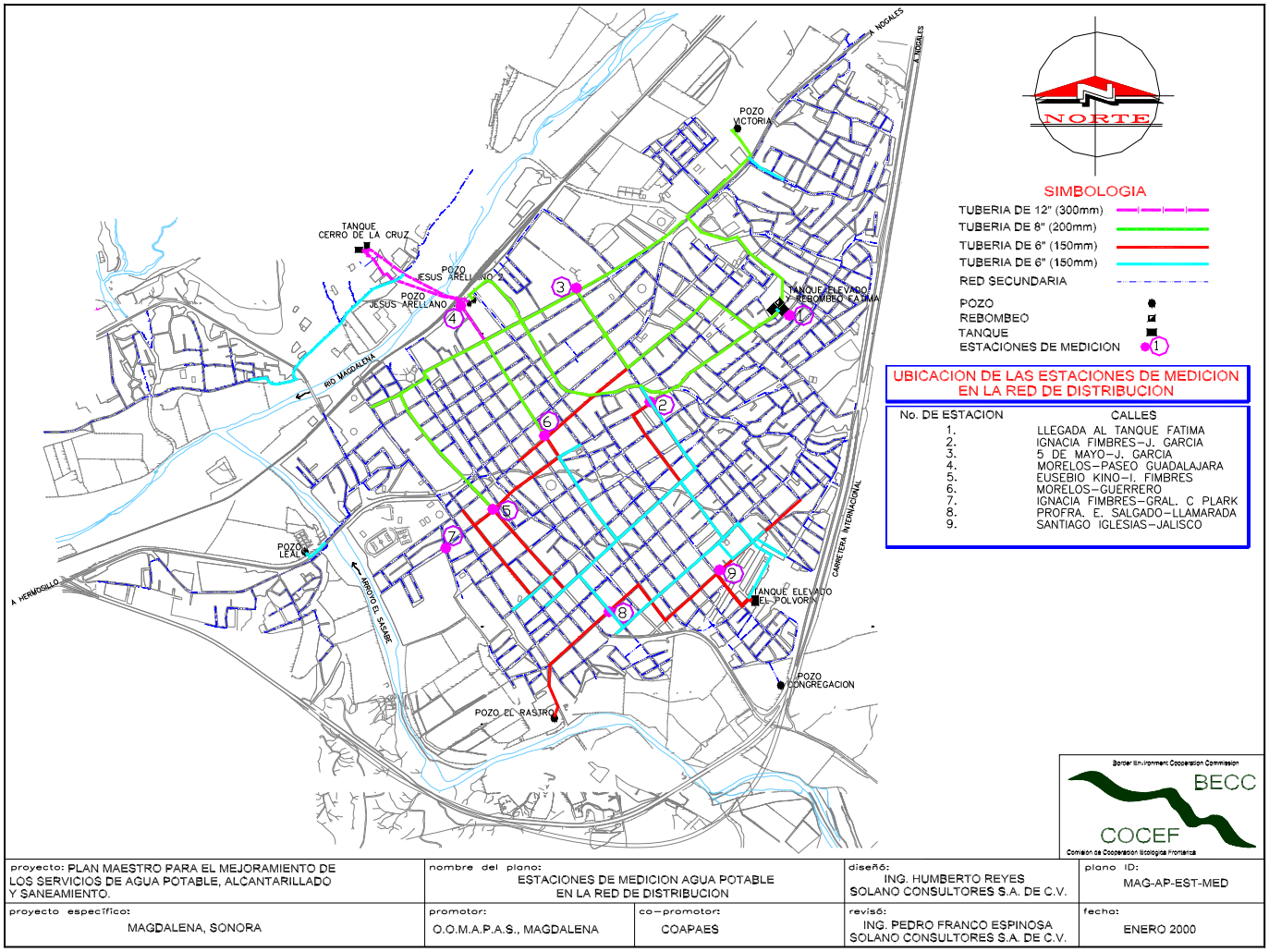
TABLA No. 6.14

MEDICION DE CAUDALES Y PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCION

ESTACION DE AFORO		DIAMETRO		GASTO PROMEDIO. (l/s)	AFORO	
		NOMINAL. (pulg)	REAL (mm)		GASTO (l/s)	PRESION (kg/cm^2)
PUNTOS EN RED						
	LLEGADA AL TANQUE FATIMA	8	205	11.58	20.00	0.10
	IGNACIA FIMBRES-J. GARCIA	8	204	31.48	45.00	2.71
	5 DE MAYO-J. GARCIA	10	255	3.84	8.00	3.10
	MORELOS-PASEO GUADALAJARA	12	305	34.51	44.00	4.20
	EUSEBIO KINO-I. FIMBRES	8	203	3.99	9.00	2.50
	MORELOS-GUERRERO	6	159	0.77	3.00	3.50
	IGNACIA FIMBRES-GRAL. C. PLARK	3	77	0.22	1.00	2.70
	PROFRA. E. SALGADO-LLAMARADAS	6	153	28.56	28.00	2.30
	SANTIAGO IGLESIAS-JALISCO	6	152	7.87	10.00	1.13
	POZO LEAL (NUEVO)	4	101	1.50	6.00	3.73

FIGURA No. 6.5

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS EN DONDE SE INSTALARON ESTACIONES DE MEDICION DE CAUDALES EN RED DE DISTRIBUCION



6.8.5 Campaña de medición en red secundaria.

Durante el periodo en que se realizó la medición de caudales y presiones en la red primaria, también se llevó a cabo la campaña de medición de presiones en tomas domiciliarias, para lo cual se consideraron 50 tomas domiciliarias distribuidas en la ciudad, cubriendo de manera equitativa la extensión total de la red y se sometieron a la consideración del organismo operador. Estas mediciones se llevaron a cabo en los cuadros de los medidores que se encontraban fuera del predio o sin acceso restringido. De los 50 puntos seleccionados 2 se eliminaron por que la información recabada se perdió, por lo que la muestra final quedó en 48 estaciones.

La toma de presiones se realizó por calles, por lo que en esa forma se agrupan los resultados que se obtuvieron, mismos que se muestran a continuación en la tabla 6.15.

TABLA No. 6.15

PRESIONES PROMEDIO REGISTRADAS EN TOMAS DOMICILIARIAS

No.	NOMBRE USUARIO	CALLE	PRESIÓN (kg/cm^2)		
			Mañana	Tarde	Noche
1	Alonso Ross	Chihuahua	1.43	1.37	1.20
1	Carlos Serrano	Sonora	1.97	2.00	1.57
1	José Tanori	Sonora	1.43	1.53	1.27
1	José Soloyo	Sonora	1.93	1.93	2.00
1	Luisa Manjarro	Jalisco	1.70	1.97	1.67
2		Manuel Clouthier	1.90	2.30	1.90
2	Esther Sta. María	Manuel Clouthier	2.00	2.37	2.13
2		Ramón Ortez	1.67	1.87	1.87
2		Ramón Ortez	2.37	2.67	2.50
2	Manuel López	Chihuahua	2.20	2.50	2.33
2		Ramón Ortez	2.03	2.27	2.17
3	Centro Especialidades	Pesqueira	3.60	3.73	3.43
3	Motel Kino	Pesqueira	2.67	2.87	3.00
3	Rest. La Comadre	Pesqueira	2.23	3.33	3.37
3	José León	Pesqueira	2.53	2.97	2.83
3	Adolfo Preciado	Pesqueira	2.37	2.50	3.03
3	Ramón Rodríguez	Pesqueira	2.27	2.47	2.50
3	Sergio Mendes	Pesqueira	2.30	2.37	2.27
3	Carmen Montoy	Pesqueira	2.37	2.57	2.60

TABLA No. 6.15 continuación

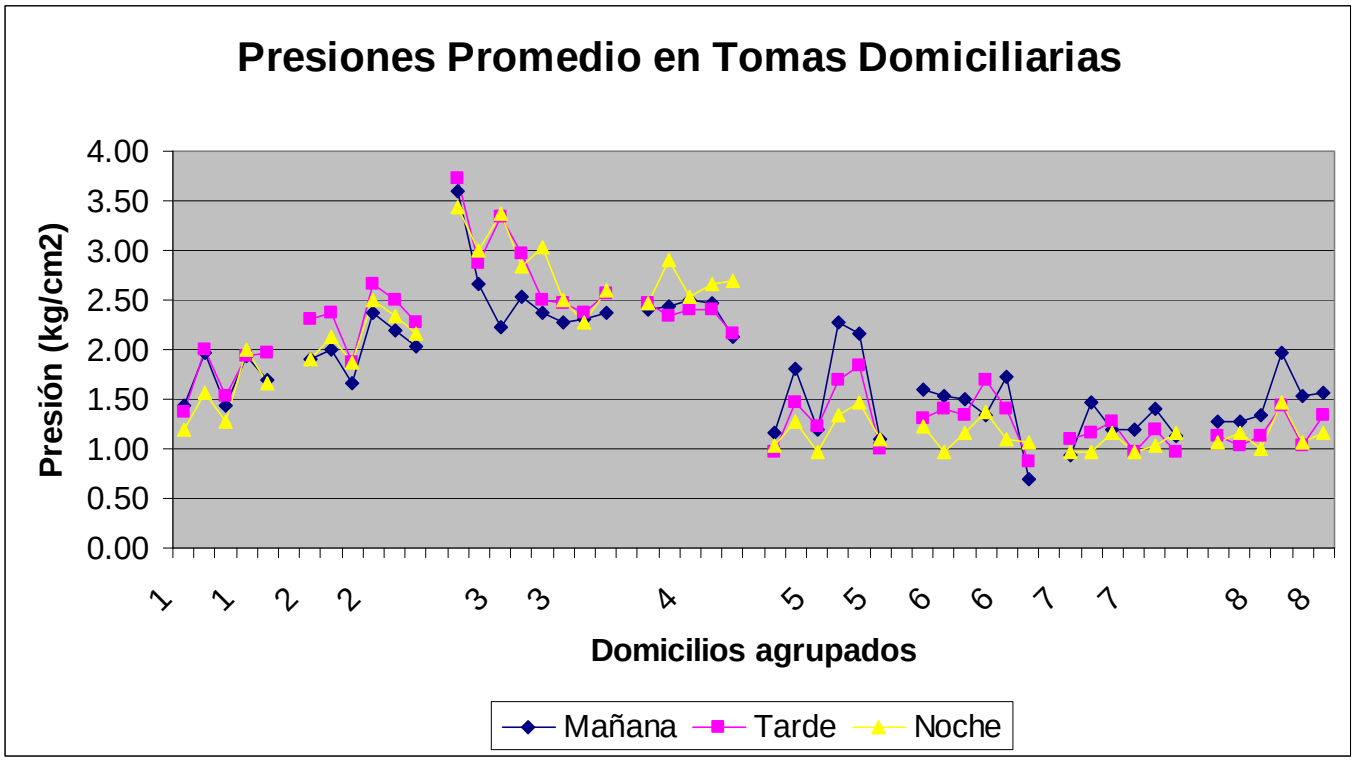
PRESIONES PROMEDIO REGISTRADAS EN TOMAS DOMICILIARIAS

No.	NOMBRE USUARIO	CALLE	PRESIÓN (kg/cm^2)		
			Mañana	Tarde	Noche
4	Juan Torres	Libertad	2.40	2.47	2.47
4	Vicenta Arreola	Libertad	2.43	2.33	2.90
4	Jesús Acuña	Libertad	2.50	2.40	2.53
4	Antonio Acevedo	Libertad	2.47	2.40	2.67
4	Manuel Contreras	Libertad	2.13	2.17	2.70
5	José Hernández	Antonio García	1.17	0.97	1.03
5	Josefina Rojo	Antonio García	1.80	1.47	1.27
5	Pedro Otón	Antonio García	1.20	1.23	0.97
5	Hector	Antonio García	2.27	1.70	1.33
5	Armando Quintanar	Antonio García	2.17	1.83	1.47
5	Oscar Gaxiola	Antonio García	1.10	1.00	1.10
6	José Rosales	Elisa Salgado	1.60	1.30	1.23
6	Diana Ochoa	Elisa Salgado	1.53	1.40	0.97
6	Javier Montejo	Elisa Salgado	1.50	1.33	1.17
6	Guadalupe Lopéz	Elisa Salgado	1.33	1.70	1.37
6	Franco Bracamontes	Elisa Salgado	1.73	1.40	1.10
6	Ma. Elena Mungia	Elisa Salgado	0.70	0.87	1.07
7	Evangelina Valencia	Manuela Ordoñez	0.93	1.10	0.97
7	Rosa Palafox	Manuela Ordoñez	1.47	1.17	0.97
7	Pedro Salgado	Manuela Ordoñez	1.20	1.27	1.17
7	Elena León	Manuela Ordoñez	1.20	0.97	0.97
7	Esquer acuña	Manuela Ordoñez	1.40	1.20	1.03
7	Martín Ayón	Manuela Ordoñez	1.13	0.97	1.17
8	Edgardo Gonzales	Santiago Iglesías	1.27	1.13	1.07
8	Francisca Ruíz	Santiago Iglesías	1.27	1.03	1.17
8	Ignacio Maldonado	Santiago Iglesías	1.33	1.13	1.00
8	Juan Pérez	Santiago Iglesías	1.97	1.43	1.47
8	Gabriela Solís	Santiago Iglesías	1.53	1.04	1.07
8	Oscar Antunez	Santiago Iglesías	1.57	1.33	1.17

En la gráfica No. 6.2 se ilustra el comportamiento promedio de la presión en los diferentes puntos en que se tomó, de manera general no se aprecia ninguna tendencia entre las tres tomas para todas las calles, ya que en algunas la mayor presión se presenta durante la tarde y en otras durante la noche o mañana, en donde si se aprecia correlación es al interior de cada grupo de calles.

TABLA No. 6.2

GRAFICA DE PRESIONES PROMEDIOS REGISTRADAS EN TOMAS DOMICILIAIRAS



6.8.6 Micromedición.

En cuanto a la micromedición, se puede apreciar que la cobertura es regular, ya que del total de tomas registrada 6,698, sólo 2,757 cuentan con medidor es decir el 41.16% y de estos tan sólo 873 funcionan, lo que representa el 13.03% con respecto al total de tomas y el 21.67% con relación al total de medidores instalados.

Actualmente no se cuenta con un inventario en almacén que permita planear la sustitución de medidores descompuestos y aumentar la cobertura de micromedición. No se tienen talleres propios para la reparación de medidores y además se comprobó en los recorridos de campo que muchos de estos medidores se encuentran deteriorados por el uso y además algunos son muy antiguos, lo que no permite tener un buen control en la medición de los consumos.

Para incrementar la cobertura de medidores instalados al 100%, se requeriría contar con 5,825 medidores nuevos para sustituir a los que no funcionan correctamente y el resto para las tomas que no tienen medidor.

6.9 Pérdidas físicas y comerciales.

Para determinar las pérdidas físicas y comerciales, se requirió calcular el consumo global, que en conjunto con el valor de la dotación medida en fuentes y el valor medio de la facturación, permite determinar estos parámetros.

El consumo promedio diario por toma, se calculó a partir de la información proporcionada por el organismo operador consistente en las lecturas de los medidores instalados y en funcionamiento, con las cuales se obtuvieron los consumos de los diferentes tipos de usuarios, extrapolando los valores obtenidos. Los datos analizados comprendieron el periodo de diciembre de 1998 hasta noviembre de 1999.

Como se mencionó anteriormente el total de medidores es de 2,757, sin embargo se analizaron sus consumos y se descartaron aquellos cuyo resultado fuera cero o bien que no fuera razonable: demasiado bajo todos los meses, tuviera ceros y que no tuviera por lo menos dos lecturas diferentes a cero. Con base a dicho análisis el universo seleccionado se redujo a 873 tomas, de las cuales 794 fueron domésticas, 74 comerciales y 5 industriales. Se analizó la información mediante una hoja electrónica de cálculo (Excel), se agruparon por rutas y por tipo de usuario; se procedió a calcular el promedio del consumo mensual de cada toma y a su vez el promedio de consumo diario, para después ordenar los datos de tal forma que se pudiera agrupar por rangos de consumo. Esta información se presenta, en el ANEXO A de este estudio. El resumen de los resultados arrojados por la información anterior, se presenta en las tablas Nos. 6.16, 6.17 y 6.18.

TABLA No. 6.16

CONSUMO PROMEDIO DIARIO, TOTAL Y POR RUTA DE USUARIOS DOMESTICOS

RUTA NUMERO	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO PROMEDIO (l/toma/día)	CONSUMO TOTAL (l/día)
RUTA 01	39	1,402.71	54,705.69
RUTA 02	66	1,198.23	79,083.18
RUTA 03	69	1,224.15	84,466.35
RUTA 04	45	992.50	44,662.50
RUTA 05	27	1,195.50	32,278.50
RUTA 06	12	825.09	9,901.08
RUTA 07	9	1,087.78	9,790.02
RUTA 08	8	1,049.47	8,395.76
RUTA 09	54	1,017.97	54,970.38
RUTA 10	46	1,270.40	58,438.40
RUTA 11	40	1,363.39	54,535.60
RUTA 12	34	1,219.47	41,461.98
RUTA 13	22	2,350.58	51,712.76
RUTA 14	21	1,014.88	21,312.48
RUTA 15	35	1,095.47	38,341.45
RUTA 16	12	1,391.35	16,696.20
RUTA 17	30	955.33	28,659.90
RUTA 18	29	987.34	28,632.86
RUTA 28	112	538.82	60,347.84
RUTA 29	13	1,924.74	25,021.62
S/ESPEC.	71	1,233.98	87,612.58
SUMA	**794**		**891,027.13**

FUENTE: INFORMACION ANALIZADA POR LA EMPRESA CON BASE EN LA TOMA LECTURAS DEL O.O.M.A.P.A.S. MAGDALENA

TABLA No. 6.17

CONSUMO PROMEDIO DIARIO, TOTAL Y POR RUTA DE USUARIOS COMERCIALES (l/toma/día)

RUTA NUMERO	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO PROMEDIO (l/toma/día)	CONSUMO TOTAL (l/día)
RUTA 01	4	3,279.97	13,119.88
RUTA 02	8	550.56	4,404.48
RUTA 03	5	2,635.41	13,177.05
RUTA 04	23	1,813.25	41,704.75
RUTA 05			
RUTA 06			
RUTA 07			
RUTA 08			
RUTA 09	9	2,516.39	22,647.51
RUTA 10	2	4,648.90	9,297.80
RUTA 11	4	1,215.70	4,862.80
RUTA 12	5	2,794.34	13,971.70
RUTA 13			
RUTA 14	4	1,522.75	6,091.00
RUTA 15	4	1,105.12	4,420.48
RUTA 16	3	2,540.13	7,620.39
RUTA 17	1	1,017.57	1,017.57
RUTA 18	2	5,102.12	10,204.24
RUTA 28			
RUTA 29			
S/ESPEC.			
SUMA	**74**		**152,539.65**

FUENTE: INFORMACION ANALIZADA POR LA EMPRESA CON BASE EN LOS TOMA LECTURAS DEL O.O.M.A.P.A.S. MAGDALENA

Por lo que hace a los usuarios industriales, estos se localizan en dos rutas, la No. 18 en donde se tienen tres medidores con consumo promedio de 36,008 l/día y la No. 1 en donde hay dos con consumo promedio de 12,683 l/día.

Al agrupar los resultados obtenidos según su consumo, se obtuvo el concentrado global, presentado en la tabla No. 6.18 y mismo que da origen a las gráficas Nos. 6.3 y 6.4.

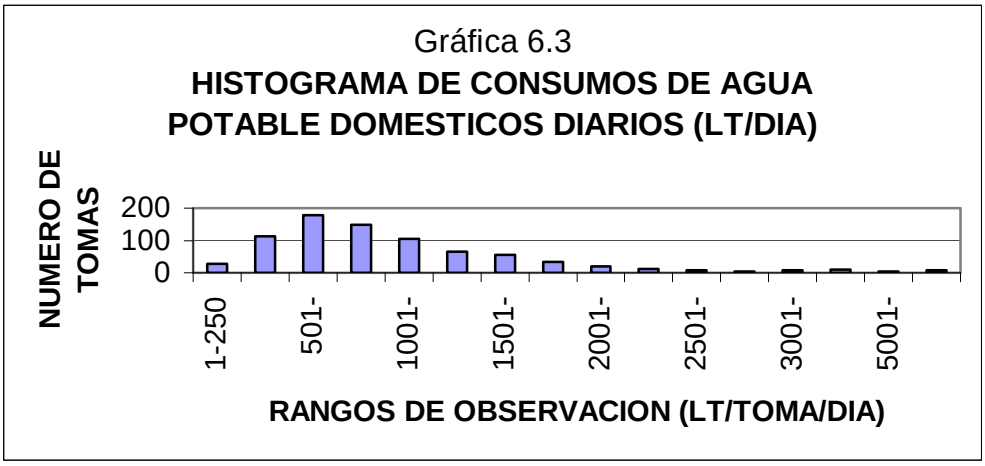
TABLA No. 6.18

RESUMEN DE USUARIOS DE AGUA POTABLE, SEGÚN SU CONSUMO DIARIO POR TOMAS

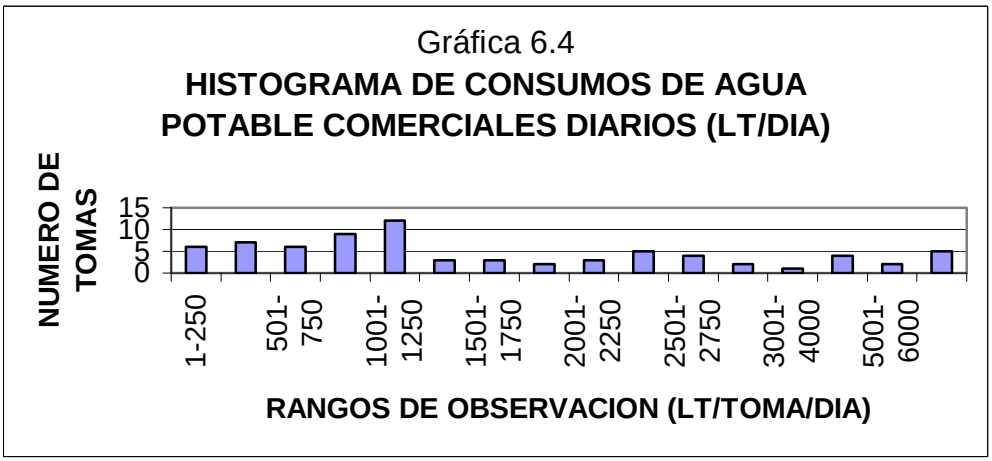
RANGOS DE CONSUMOS (l/toma/día)	NUMERO DE TOMAS POR USO		
	DOMÉSTICO	COMERCIAL	INDUSTRIAL
1-250	23	2	
251-500	109	3	
501-750	174	2	
751-1,000	145	5	
1,001-1,250	100	8	1
1,251-1,500	61	0	
1,501-1,750	51	0	
1,751-2,000	29	0	
2,001-2,250	15	0	
2,251-2,500	7	1	
2,501-2,750	4	0	
2,751-3,000	0	0	
3,001-4,000	4	3	1
4,001-5,000	5	0	
5,001-6,000	0	0	
MAYOR DE 6,000	1	1	3
TOMAS OBSERVADAS	**794**	**74**	**5**
PROMEDIO DE CONSUMO (l/toma/día)	**1,122.20**	**2,061.35**	**26,677.95**

Con base a los resultados anteriores, el consumo diario en la localidad se obtuvo al multiplicar el número total de tomas de cada tipo de usuario por el consumo promedio diario correspondiente. A manera de resumen se presenta en la tabla No. 6.19 los parámetros necesarios para calcular el consumo diario en la ciudad.

Gráfica 6.3



Gráfica 6.4



Las gráficas anteriores muestran el número de observaciones que se presentaron por rangos de consumidores, observándose que en el caso de los usuarios domésticos se forma una distribución aproximada a la tipo Normal, lo cual no sucede con los usuarios comerciales.

Las pérdidas físicas de agua potable se calcularon a partir de la diferencia entre la oferta (total de gasto aportado por las fuentes de aprovechamiento) y el consumo global. Las pérdidas físicas comprenden: fugas (visibles y no visibles), conexiones clandestinas, errores en la medición de fuentes y micromedición de usuarios, así como los usos municipales no contabilizados.

TABLA No. 6.19

DETERMINACION DEL CONSUMO DIARIO GLOBAL PARA LA CIUDAD DE MAGDALENA, SONORA

TIPO DE USUARIO	T O M A S			CONSUMO	
				TOMA	TOTAL
	TOTAL	C/MEDIDOR FUNCIONANDO	%	(l/toma/día)	(m^3/día)
DOMÉSTICO	6,324	794	12.56%	1,122.20	7,096.80
COMERCIAL	353	74	20.96%	2,061.35	727.66
INDUSTRIAL	21	5	23.81%	26,677.95	560.24
				TOTAL DE CONSUMO	**8,384.69**

El valor de la oferta se obtiene de la suma de la producción media aforada en todos los pozos, cuyos valores están registrados en la tabla No. 6.4 y donde se obtiene un total de 158.47 l/s, que es igual a 13,691.81 m^3/día. Con el valor anterior y con el valor del consumo total de la población 8,384.69 m^3/día, se tiene que:

Pérdidas físicas totales = Oferta - Demanda = 13,691.81 – 8,384.69 = 5,307.12 m^3/día

Con lo anterior se estima que las pérdidas representan el 38.8% de la oferta de las fuentes de producción, valor considerado alto y que en parte puede deberse al reducido tamaño de la muestra analizada.

6.10 Sistemas Existentes.

Dentro de la cabecera municipal, Magdalena de Kino, no se distinguen sistemas independientes de agua potable ya que toda la red de distribución se encuentra interconectada.

En los alrededores de Magdalena de Kino hay pequeñas localidades, que cuentan con su sistema de agua potable que trabaja de manera independiente, así cuentan con su fuente de abastecimiento propia, en algunos casos su tanque de almacenamiento y regularización y su red de distribución, estas localidades son:

- San Ignacio
- El Tacicuri
- La Misión
- San Lorenzo

Mas retirado se encuentra La Bedolla, todas las localidades, incluso esta última son atendidas por el Organismo Operador Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Magdalena, quien se encarga de vigilar la correcta operación de los equipos de cloración, realizar la facturación y cobranza de los servicios y atender los problemas que se pudieran presentar.

Los diferentes sistemas de agua potable tienen un buen estado de conservación que les permite funcionar correctamente.

En el municipio no existen sistemas privados de suministro de agua potable.

6.11 Infraestructura de agua potable.

En el anexo de planos, se presenta el respectivo plano del sistema de agua potable, ahí se ilustra la ubicación de los pozos que alimentan la ciudad, los tanques de almacenamiento y regularización y la red de distribución que alimenta a los diferentes domicilios de la ciudad.

6.12 Criterios de diseño y especificaciones.

El Organismo operador no cuenta con criterios de diseño propios ni especificaciones, las obras que se realizan se hacen con base en el proyecto ejecutivo que se disponga, realizado por los gobiernos estatal o federal y en el caso de las ampliaciones que realiza el Ayuntamiento, los trabajos se hacen de acuerdo a la experiencia del funcionario en turno.

6.13 Calidad del agua.

En el Organismo ni en el Ayuntamiento se cuenta con ningún tipo de información acerca de las características del agua suministrada y de acuerdo al personal técnico no se han tenido problemas con su calidad. Tampoco se encontró información de ese tipo en los estudios que se recopilaron y analizaron.

Con el objeto de disponer de información reciente y confiable acerca de la calidad del agua, se realizó el análisis de muestras de todos los pozos que alimentan Magdalena.

- Muestreos de Agua Potable

Los muestreos de agua potable se realizaron con base a lo que dicta la Norma Mexicana NOM-127-SSA1-1994 “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización” en la cual se menciona lo siguiente:

- Introducción:

"El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y

otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas.

Con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor, se debe someter a tratamientos de potabilización.

- Objetivo y Campo de Aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

- Límites permisibles de características bacteriológicas

El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la tabla No. 6.20.

Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes deben establecer los agentes biológicos nocivos a la salud a investigar.

TABLA No 6.20

LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

- Límites permisibles de características físicas y organolépticas

Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la tabla No. 6.21.

TABLA No. 6.21

LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino - cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

- Límites permisibles de características químicas.

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la tabla No. 6.22, los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

TABLA No. 6.22

LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro resdual libre	0.2 -1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO3)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5 - 8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma HCH (lindano)	2
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1,000.00
Sulfatos (como SO4=)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

- Límites permisibles de características radioactivas

El contenido de constituyentes radioactivos deberá ajustarse a lo establecido en la tabla No. 6.23 los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro).

TABLA No. 6.23

LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS RADIOACTIVAS

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Radioactividad alfa global	0.1
Radioactividad beta global	1.0

- Tratamientos para la potabilización del agua

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe fundamentarse en estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad.

Se deben aplicar los tratamientos específicos siguientes o los que resulten de las pruebas de tratabilidad, cuando los contaminantes biológicos, las características físicas y los constituyentes químicos del agua listados a continuación, excedan los límites permisibles establecidos en el apartado anterior.

- Contaminación biológica
- Bacterias, helmintos, protozoarios y virus.
- Color, olor, sabor y turbiedad.
- Arsénico
- Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo.
- Cloruros.
- Dureza.
- Fenoles.
- Fierro y/o manganeso.
- Floruros.
- Materia orgánica.
- Mercurio.
- Nitratos y nitritos.
- Nitrógeno amoniacal.
- pH.
- Plaguicidas.
- Sodio.

- Sólidos disueltos totales.
- Sulfatos.
- Sustancias activas al azul de metileno.
- Trihalometanos.
- Zinc.

- Observancia de la norma.

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que distribuya agua para uso y consumo humano.

La vigilancia del cumplimiento de ésta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en coordinación con la Comisión Nacional del Agua en sus respectivos ámbitos de competencia.

- Laboratorio Utilizado

El laboratorio que realizó los análisis de calidad del agua cuenta con la acreditación otorgado por el Sistema Nacional de Acreditación de Laboratorios de Prueba (SINALP) con razón social ONSITE Laboratories de México, S.A. de C.V. y número de registro Q-125-050/97.

La importancia de la acreditación de laboratorios surge a partir de 1992 con la Ley Federal de Metrología y Normalización (L.F.M.N.) donde se obliga a los laboratorios de prueba que realizan análisis ambientales (agua, aire, emisiones a la atmósfera, suelos, residuos sólidos y residuos peligrosos) a pasar por un proceso de acreditación de “tercera parte” realizado hasta enero de 1999 por el Sistema Nacional de Acreditación de Laboratorios de Prueba (SINALP) de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (DGN/SECOFI), de enero a julio de 1999 en forma compartida y a partir de julio de 1999, por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA, A.C.). Este esquema de acreditación basado en la Guía ISO 25 de 1990 es coherente con los esquemas similares que desarrollaron nuestros principales socios comerciales del mundo. Dentro de este proceso se han acreditado en México alrededor de 105 laboratorios de prueba en la rama ambiental, siendo mayoría en análisis de agua (85), emisiones al ambiente (35) y en análisis de residuos peligrosos (25).

- Forma de Muestreo

Para los muestreos de agua potable de las fuentes de abastecimiento de la localidad de Magdalena, se realizó de la forma que a continuación se describe.

Se integró una brigada conformada por tres técnicos especializados para la realización de los muestreos. Primeramente y en presencia del personal de organismo operador, se procedió a dejar correr el agua en el punto donde se tomó la muestra (siempre en el tren de descarga de cada pozo) por un espacio de 5 a 10 minutos, con el fin de que se limpiara la

tubería del tren. Concluido el tiempo antes mencionado se procedió al llenado de los frascos y bolsas estériles, simultáneamente se procedió a etiquetar cada uno de los frascos de la muestra con los datos correspondientes como son: el nombre del pozo, la fecha, hora, tipo de análisis que se debe realizar y por último el reactivo pertinente para su conservación, añadiéndose éste a cada frasco muestra, tomando la temperatura y el pH. Cuando se tuvieron los frascos llenos, se empacaron en una hielera y conservaron con hielo, llenando además las cadenas de custodia para el laboratorio, en las cuales se anotó el número de frascos por pozo y las instrucciones para el análisis que se debe hacer a cada frasco. Posteriormente las muestras fueron enviadas a la ciudad de México vía aérea y recolectadas por personal del laboratorio para su pronto análisis.

A continuación en la tabla No. 6.24, se relacionan los frascos y reactivos utilizados para tomar las muestras de agua de cada pozo para su análisis, bajo el criterio de la norma NOM-127-SSA1-1994.

TABLA No. 6.24

CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS TOMADAS DE AGUA POTABLE EN MAGDALENA

No. DE FRASCOS	TIPO DE FRASCO	ANÁLISIS A REALIZAR	REACTIVO PARA CONSERVACIÓN
1	Bolsa de plástico estéril de 125 ml.	Microbiológicos	4 °C (hielo)
1	Bolsa de plástico estéril de 125 ml.	Microbiológicos	Tiosulfato sólo si el agua contiene cloro + 4 °C (hielo)
1	Garrafón de plástico de 4 l.	Físico - químicos	4 °C (hielo)
1	Frasco de plástico de ½ l.	Fenoles	H_2SO_4 (ácido sulfúrico)
1	Frasco de plástico de ½ l.	N - amoniacal	H_2SO_4 (ácido sulfúrico)
1	Frasco de plástico de 1 l.	Cianuros CN	NaOH (sosa)
1	Frasco de plástico de 1 l.	Metales pesados	HNO_3 (ácido nítrico)
1	Frasco de vidrio ámbar de 1 l.	Plaguicidas clorados	4 °C (hielo)
1	Frasco de vidrio ámbar de 1 l.	Trihalometanos	4 °C (hielo)
1	Frasco de vidrio ámbar de 1 l.	Radioactividad alfa y beta	HNO_3 (ácido nítrico)

- Resultados

En el caso de Magdalena los resultados del laboratorio obtenidos de los muestreos de los aprovechamientos de la misma localidad y comunidades cercanas, se compararon directamente con los parámetros permisibles que marca la norma NOM-127-SSA1-1994 “SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN”. Los resultados se muestran en la tabla No. 6.25.

TABLA No. 6.25

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE Y COMPARATIVA CON LA NORMA OFICIAL NOM-127-SSA-1-1994

CARACTERÍSTICA	UNIDAD NORMA	LIMITE PERMISIBLE	MAGDALENA (LOCALIDAD)					
			CONGR.	NUEVO	VICTORIA	P-01 J.A.	P-02 J.A.	RASTRO
Límites Permisibles de Características Bacteriológicas								
Organismos coliformes totales	NMP/100 ml	2 NMP/100 ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Organismos coliformes fecales	NMP/100 ml	No detect. NMP/100 ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Límites Permisibles de Características Físicas y Organolépticas* **Límites Permisibles de Características Químicas**								
Sabor y Olor		Agradable	S/SABOR INOLORO	S/SABOR INOLORO	S/SABOR INOLORO	S/SABOR INOLORO	S/SABOR INOLORO	S/SABOR INOLORO
Color		20 unid. Color verd.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sólidos disueltos totales	mg/l	1,000.00	520	395	505	455	485	720
Turbiedad	UTN	5 UTN	N.D.	1	N.D.	N.D.	N.D.	1
Dureza total (como CaCO3)	mg/l	500	251.69	260.16	246.7	219.29	229.26	246.7
Nitrógeno amoniacal (como N)	mg/l	0.5	N.D.	0.289	N.D.	0.722	0.578	0.361
Nitritos (como N)	mg/l	0.05	N.D.	0.001	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Nitratos (como N)	mg/l	10	0.26	<0.2	0.25	<0.2	0.38	0.34
S.A.A.M. Sust. Activas al azul de metileno	mg/l	0.5	0.3428	<0.1	0.1352	0.1053	0.12	0.12
Sulfatos (como SO4=)	mg/l	400	74.4	83.81	95.06	676.12	94.03	53.48
Cloruros (como Cl-)	mg/l	250	19.8	11.99	212.7	205.61	241.06	191.43
Cloro resdual libre	mg/l	0.2 -1.50	0.02	0.07	0.03	0.02	0.02	0.03
Fluoruros (como F-)	mg/l	1.5	0.28	0.33	0.93	1	0.79	0.28
Fenoles o compuestos fenólicos	mg/l	0.001	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Trihalometanos totales	mg/l	0.2	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Aluminio	mg/l	0.2	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Arsénico	mg/l	0.05	0.0095	0.0111	0.0043	0.0036	0.0039	0.0096
Bario	mg/l	0.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cadmio	mg/l	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Cianuros (como CN-)	mg/l	0.07	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cobre	mg/l	2	<0.05	0.044	<0.05	<0.05	0.044	<0.05
Cromo total	mg/l	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Fierro	mg/l	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Manganeso	mg/l	0.15	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Mercurio	mg/l	0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Plomo	mg/l	0.025	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sodio	mg/l	200	67	37.5	64.2	63	65	31.3
Zinc	mg/l	5	<0.02	0.0136	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH		6.5-8.5						
Pesticidas clorados			N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Límites Permisibles de Características Radioactivas								
Radioactividad alfa global	Bq/l	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Radioactividad beta global	Bq/l	1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

NOMENCLATURA:
NMP/100 ml : Número mas probable por 100 ml
UTN : Unidad de turbiedad nefelométrica
Bq/l : Becquerel por litro
N.D. = NO DETECTADO

El método por el cual se determina, NOM-112-SSA1, no permite obtener un resultado menor a 2.

El método por el cual se determina, NMX-AA-50, no permite obtener un resultado menor a 002.

Debido a que en la mayoría de los pozos analizados, los fenoles salieron muy altos, se decidió realizar una nueva prueba de dicho parámetro con otro laboratorio, para confirmarlo o en su caso corregirlo ya que se pudo haber dado el caso de una contaminación exterior por alguna de las siguientes causas: que los envases donde se tomó la muestra estuvieran contaminados; que se hubiera inducido al momento de la toma de la muestra o en su traslado a la ciudad de México y se pudo haber contaminado en el laboratorio.

Para tal efecto el laboratorio seleccionado fue Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis, S.A. de C.V., con número de registro ante el SINALP Q-041-144/96, los resultados de este nuevo análisis fueron negativos, no se detectaron fenoles. Al igual que los resultados del laboratorio Onsite éstos se presentan en el anexo D.

6.14 Funcionamiento del sistema.

De manera general el funcionamiento del sistema de agua potable de Magdalena de Kino es el siguiente, el agua se extrae de un total de 6 pozos de los cuales 4 son los que aportan la mayoría del gasto y los otros dos sus aportaciones son marginales para mejorar el servicio en la zona donde se localizan, la mayoría del agua que se extrae se entrega directamente a la red de distribución y excedencias, o por diferencia de presiones, se conducen a 2 tanques de almacenamiento y regularización los que descargan directo a la red.

La red de distribución se compone de tuberías de diferentes diámetros, pudiéndose distinguir dos tipos, una de grandes diámetros (12”, 8”, 6” y 4”) que se conoce como principal y tiene una longitud de 19.36 km y el resto de tuberías de 2 ½ y 3”, red secundaria, con una longitud de 91.05 km.

Conectadas directo a la red de distribución se tienen las tomas domiciliarias, las cuales en su mayoría alimentan directo a los muebles hidráulicos, sin almacenamientos intermedios: tinacos y/o cisternas.

6.15 Mantenimiento.

En el Organismo operador no se cuenta con registros históricos del funcionamiento del sistema ni del mantenimiento y servicios preventivo y correctivo que se le realiza a los equipos y componentes de los sistemas.

No se cuenta con estaciones de presión ni de medición de flujos, que permitieran valorar el servicio que prestan. La única información que se registra es la correspondiente a las fugas que se reparan ya que es un control para registrar las salidas del material de reparación del almacén y de los lugares donde trabajaron las diferentes brigadas del Organismo.

6.16 Población sin servicio y usuarios clandestinos.

Con una cobertura del 98% la red de distribución de agua potable cubre toda la ciudad, por lo que la población que no cuenta con el servicio es por que se encuentra en zonas de reciente creación y o por que los domicilios están alejados de la zona urbana y aun en esos casos el Ayuntamiento tiene planeado la construcción de líneas hacia esos sitios.